



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 1

Выход 13⁰¹ - 13⁰⁶

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов
наименование олимпиады

по Химии
профиль олимпиады

Ремизовой Елены Александровны
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата

«2» марта 2025 года

Подпись участника

№1.

$$n e^- = 40, \quad n n^0 = 34$$

Поскольку атом ^1H содержит только $1e^-$, то $\Delta e^- - n^0 = 6 = N_{\text{H}}$.

Остаток $34e^-$; C содержит $6e^-$ и $6n^0$, кислород $\text{O} - 8e^-$ и $8n^0$

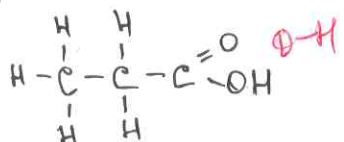
$$40 = 3 \cdot 6 + 2 \cdot 8 + 6$$

$$34 = 3 \cdot 6 + 2 \cdot 8$$

$$\left. \begin{array}{l} 40 = 3 \cdot 6 + 2 \cdot 8 + 6 \\ 34 = 3 \cdot 6 + 2 \cdot 8 \end{array} \right\} \quad \text{X: } \text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2 \quad \checkmark$$



Каждая химическая связь содержит по 2 электрона:



$$N e^- \text{ на обр. св.} = N_{\text{св.}} \cdot 2 = 20 e^- \quad \underline{22!}$$

Ответ: $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$ — пропановая кислота; 20 электронов.

№2.

1.) Сменная 1: бензол. Органические соединения обладают (малой) низкой температурой испарения. Когда вытаскиваем термометр из сменки 1 с бензолом, его остатки на термометре (шупле) стали испаряться, и, поэтому, его T понизилась.

2.) Сменная 2: вазелиновое масло (методом исключения)

3.) Сменная 3: серная кислота. Серная кислота — сильный водоотнимающий агент, поэтому после извлечения шупа из сменки остатки на ней кислоты стали поглощать воду (из воздуха) с большим выделением теплоты. ($T \uparrow$).

Ответ: сменная 1 — бензол;

сменная 2 — вазелиновое масло;

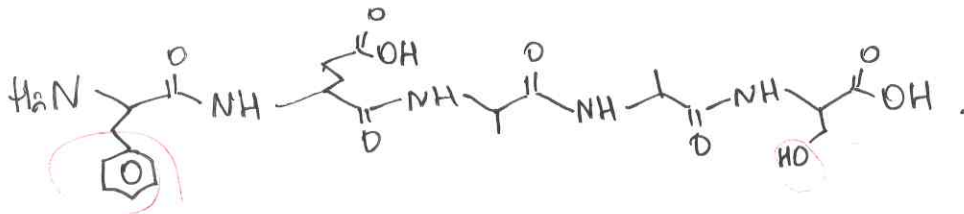
сменная 3 — серная кислота.

✓ 91

ЗЗ.

Чистовик.

Пептид: Phe-Glu-Ala-Ala-Ser.



1.) $M_{\text{пепт.}} = 56 \cdot 4 + 91 + 73 + 15 \cdot 2 + 31 + 16 + 13 + 45 = 523 \text{ г/моль}$

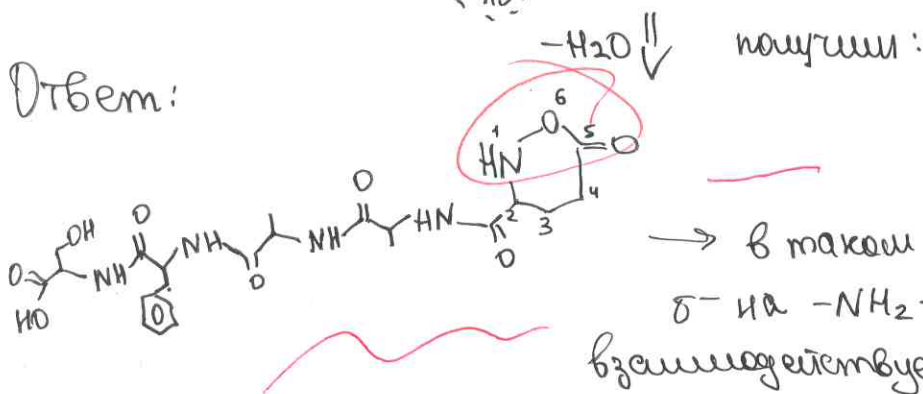
(С-концевая АК, полученная действием карбоксипептидазы на пептид -серин; По последовательности АК, полученных методом Эдмана можно установить послед-ность:

Phe-Glu-Ala; до $M=523 \text{ г/моль}$ недостаёт 15 г/моль - это -CH₃ → это был пентапептид, продукт (3) из уел. методом Эдмана был получен гвангды.)

2) Пептид реагирует с $\text{C}_6\text{H}_5\text{N}^{\delta+}=\text{C}^{\delta-}=\text{S}$ за счёт δ^+ на С и δ^- на N в N-конце АК. Чтобы пептид не взаимодей-ствовал с $\text{C}_6\text{H}_5\text{N}^{\delta+}=\text{C}^{\delta-}=\text{S}$, он должен быть циклическим, без "открытого" N-конца. Например:

или циклизовать: $(\text{H}_2\text{N}-\text{CH}(\text{R})-\text{CO}-\text{NH}-\text{CH}(\text{R}')-\text{CO})_n$ (Ala-Phe-Ser):

Ответ:



→ в таком пептиде нет δ^- на -NH₂ → он не взаимодействует с $\text{C}_6\text{H}_5\text{N}^{\delta+}=\text{C}^{\delta-}=\text{S}$.

Пептид: Phe-Glu-Ala-Ala-Ser

44-67-45-91
(44.12)№4.

Чистовик.



$$n_{\text{CuSO}_4} = 280 \cdot 0,2 : 160 = 0,35 \text{ моль.}$$

Пусть прореагировало x моль CuSO_4 и $\text{Fe} \rightarrow$ обр. x моль Cu .

$$\text{Тогда } n_{\text{CuSO}_4 \text{ кон.}} = \frac{160(0,35 - x)}{280 + 56x - 64x} = 0,069$$

$$56 - 160x = 19,32 \neq 0,552x$$

$$x = 0,23 \text{ моль.} \quad \checkmark$$

$$\rightarrow m_{\text{возвз}} = 20 + 64 \cdot 0,23 - 56 \cdot 0,23 = 21,84 \text{ (г).}$$

$$\text{Ответ: } \underline{\underline{21,84 \text{ г.}}} \quad \checkmark$$

№5.

A + B (инертн.)

$$1.) \quad PV = \nu RT \quad | \quad \nu = \frac{m}{M} \quad | \rightarrow \quad P \frac{m}{M} = \frac{m}{M} RT \quad | : m | \rightarrow M = \frac{gRT}{P}$$

$$\rightarrow \text{§ } M_{\text{смеси}} = \frac{1,536 \cdot 8,314 \cdot 303}{101,325} = 38,188 \text{ г/моль} \quad \checkmark$$



$$\Delta V = 20\% \cdot V_0 = V_A \text{ (т.к. B - инерт.)}$$

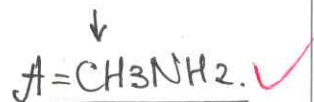
$$\rightarrow \frac{V_A}{V_B} = \frac{\nu_A}{\nu_B} = \frac{20}{80} = \frac{1}{4}$$

$$\text{После р-ии с HCl: } M_{\text{газов}} = M_B = \frac{gRT}{P} = \frac{1,609 \cdot 8,314 \cdot 303}{101,325} = 40 \text{ (г/моль)} \quad \checkmark$$

$$\rightarrow \underline{B = \text{Ar.}} \quad \checkmark$$

$$3.) \quad \text{Пусть } \nu_A = x \text{ моль} \quad M_{\text{смеси газ}} = \frac{4}{5} \cdot 40 + \frac{1}{5} \cdot M_A = 38,188$$

$$M_A = 31 \text{ г/моль}$$

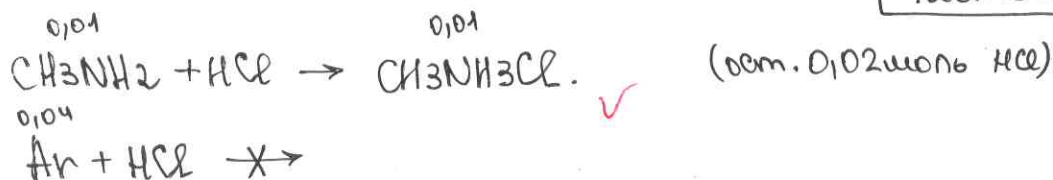


✍





Чистовик



$$V_{\text{смеси}} = \frac{PV}{RT} = 0,05 \text{ моль} \rightarrow V_{\text{CH}_3\text{NH}_2} = 0,01 \text{ моль}; V_{\text{Ar}} = 0,04 \text{ моль}.$$

$$V_{\text{HCl}} = 0,03 \text{ моль}$$

$$V_{\text{р-ра}} = 0,25 \text{ л}$$

$$\rightarrow C_{\text{CH}_3\text{NH}_3\text{Cl}} = \frac{0,01}{0,25} = 0,04 \text{ (M)} \quad \checkmark \quad +$$

$$C_{\text{HCl ост.}} = \frac{0,02}{0,25} = 0,08 \text{ (M)} \quad \checkmark$$

$$\cancel{C_{\text{Ar (привнесено)}} = \frac{0,04}{0,25} = 0,16 \text{ (M)}}$$

Ответ: А - CH_3NH_2 - метиламин, Б - Ar - арион;
 $C_{\text{CH}_3\text{NH}_3\text{Cl}} = 0,04 \text{ M}$; $C_{\text{HCl}} = 0,08 \text{ M}$; $\cancel{C_{\text{Ar}} = 0,16 \text{ M}}$.

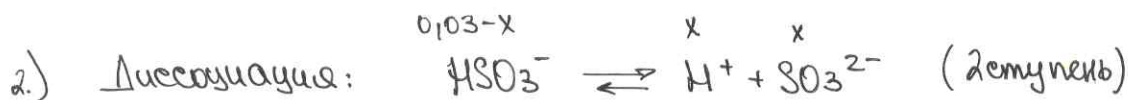
нб.

$$\text{NaHSO}_3 - 3,12 \text{ г} \rightarrow V_{\text{NaHSO}_3} = 0,03 \text{ моль}$$

$$V_{\text{р-ра}} = 1 \text{ л} \rightarrow C_{\text{NaHSO}_3} = \frac{0,03}{1} = 0,03 \text{ (M)}.$$



$$K_{\text{Г}} = \frac{K_{\text{w}}}{K_{\text{I}}} = \frac{10^{-14}}{1,4 \cdot 10^{-2}} = 7,143 \cdot 10^{-13}.$$



$$K_{\text{II}} = 6,2 \cdot 10^{-8}.$$

Т.к. $K_{\text{Г}} \ll K_{\text{II}}$, то гидролизом можно пренебречь стп-но диссоциации. В основном среду раствора дают H^+ , из-за диссоциации. Пусть продисс. x моль HSO_3^- . Тогда:

$$\frac{x^2}{0,03-x} = 6,2 \cdot 10^{-8} \quad ; \text{т.к. } x \ll C_0, \text{ получим:}$$

$$\frac{x^2}{0,03} = 6,2 \cdot 10^{-8} \rightarrow x = 4,3 \cdot 10^{-5} = [H^+]$$

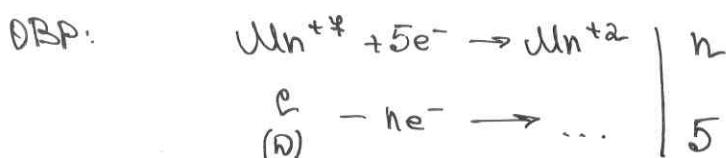
Чистовик.

+

$$pH = -\lg [H^+] = -\lg (4,3 \cdot 10^{-5}) = 4,37 \text{ - кислая среда.}$$

Ответ: кисл. среда, pH = 4,37.нз.

$$1.) \quad \nu_{\text{катион}} = \nu_{\text{анион}} = 0,032 \text{ моль} \quad \checkmark$$

м с/м = 1,6 нт.

ne^-	$\nu_{Mn^{+7}} : \nu_{C/D}$	$\nu_{C/D}$	$M_{C/D}^*$	$M_C = M_D$, т.к. изомеры
2	2 : 5	0,08	20,5 (нз)	
4	4 : 5	0,04	41 (нз)	
6	6 : 5	0,027	60,4 (нз)	
8	8 : 5	0,02	<u>82 г/моль</u>	

2) M_C должна быть четкой и целой, т.к. C (как и D) - углеводород.

Если $M_C = M_D = 82$, то: $M_{C_nH_{2n}} = 14n = 82 \rightarrow n \notin \mathbb{Z}$,

($C = C_nH_{2n}$)

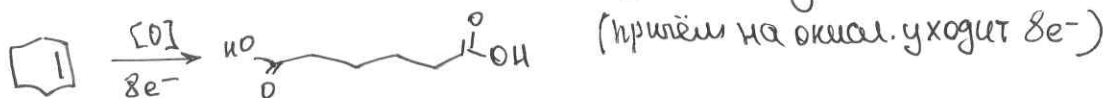
но C может быть циклоалканом,

тогда: $C = C_nH_{2n-2} \rightarrow 14n - 2 = 82$

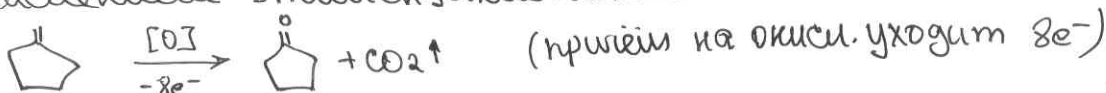
$n = 6$. +

$\rightarrow$ C и D - изомеры циклогексена (или циклогексен).

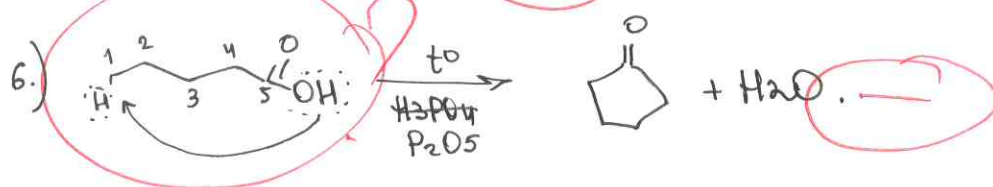
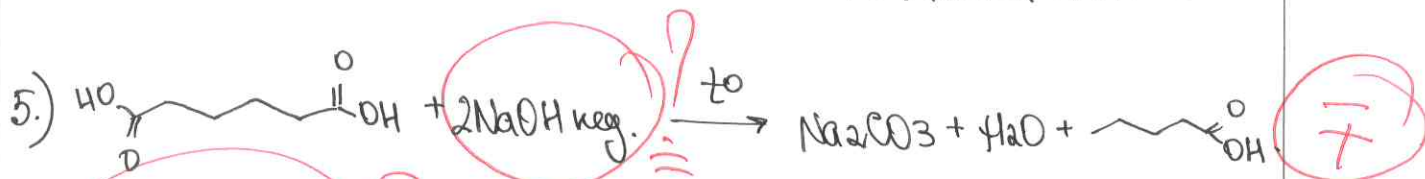
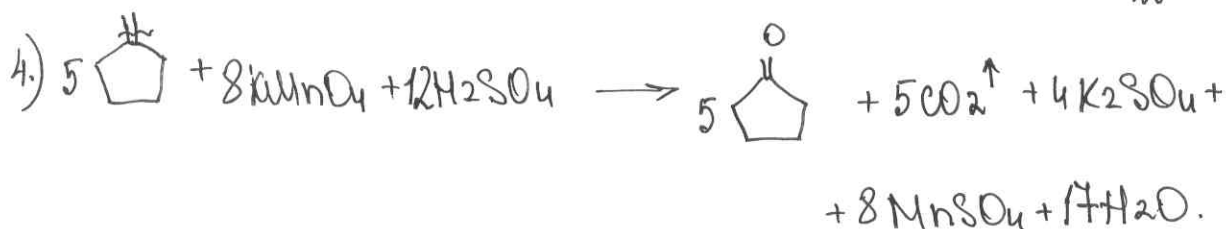
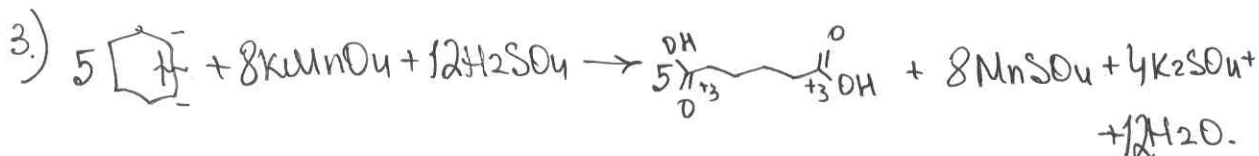
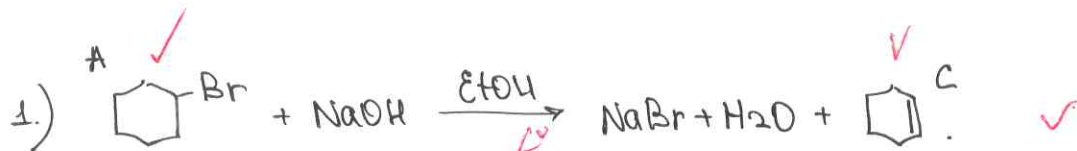
3.) Окислением циклогексена получается адиптиновая кислота:



После её декарбоксилирования и циклизации можно получить циклопентанон, который также получается окислением этиленциклопентана:

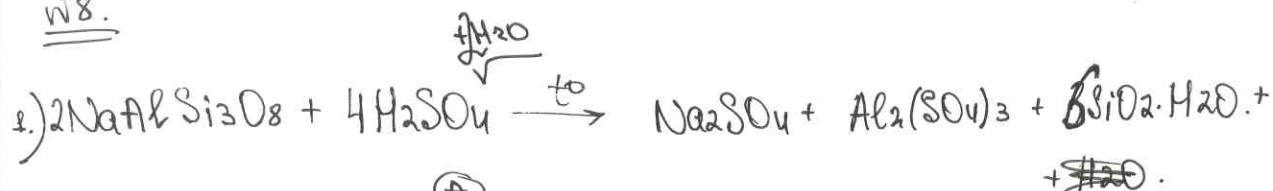


Значит, С - циклогексен, D - этиленциклопентан. Чистовик.



Ответ: A = $\text{C}_6\text{H}_{11}\text{Br}$, B = $\text{C}_5\text{H}_9\text{Br}$, C = C_6H_{10} , D = C_5H_8 ✓

№8.



$\xrightarrow{T \downarrow} \text{NaAl(SO}_4)_2 \cdot 12 \text{H}_2\text{O} \downarrow$
алюмосодовые квасцы

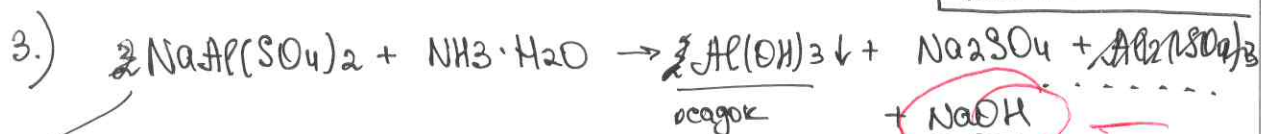
$$\omega_{\text{Na}} = \frac{23}{458} \cdot 100\% = 5,02\%$$



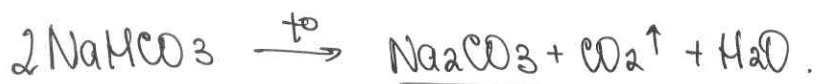
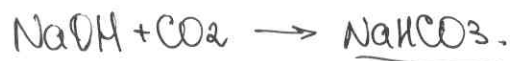
$\xrightarrow[\text{+NH}_4\text{F}]{T \downarrow} \text{Na}_3\text{AlF}_6 \downarrow + \dots$ — фторид натрия-алюминия

$$\frac{\omega_{\text{Na}}}{\omega_{\text{Al}}} = \frac{m_{\text{Na}}}{m_{\text{Al}}} = \frac{3 \cdot 23}{24} = 2,555$$

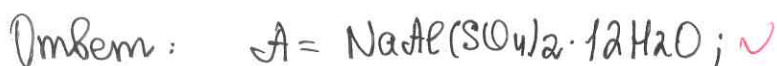
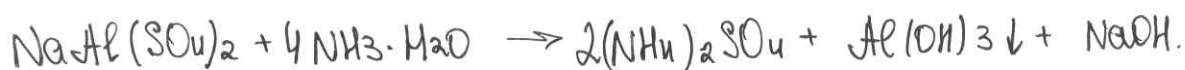




В р-ре алюмината мог образоваться гидроксид натрия, который прореагировал бы с избытком CO_2 (т.к. газ в изд.):



- термич. разл-ие кислой соли.



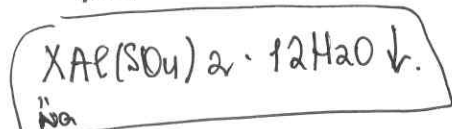
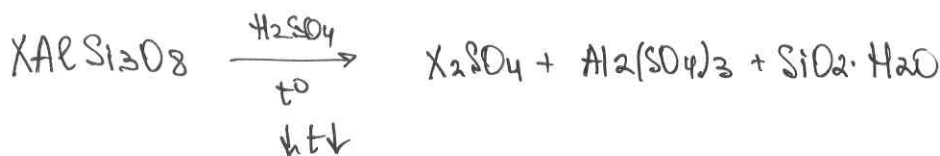
вещество - NaHCO_3 , разлагается до Na_2CO_3 , $\text{CO}_2 \uparrow$ и H_2O .

Черновик.

[вс.]



$X = K/Na$



$\omega_X = 5,02\%$
 $94,98\% \text{ ост.}$



$\omega_X \cdot \omega_{Al} = m_X : m_{Al} = 8,555$

если 1 Al;

$Nx \in B$

$m_X : m_{Al}$

m_X

$\frac{m_X}{m_{Al}} = 2,555$
3Na

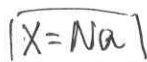
1
2
3

$M = 24$

$Al \times 1 \rightarrow m_X = 69$

$Al \times 2 \rightarrow m_X = 138$

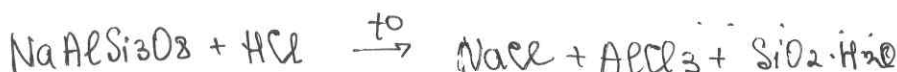
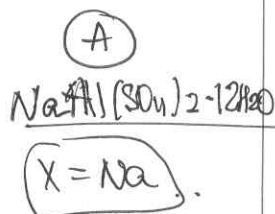
$Al \times 3 \rightarrow m_X = 207$



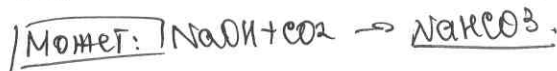
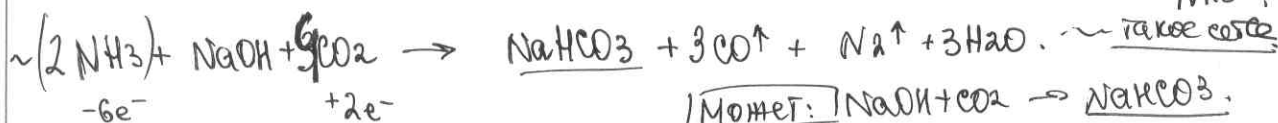
$A: \omega_{Na} = 5,02\%$

N_{Na}
1
2

M_{Al}
 $\frac{458}{916}$



2 Wege:



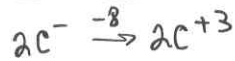
Черновик.

(WF)

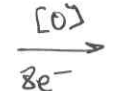
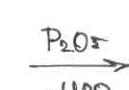
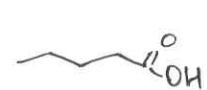
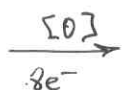
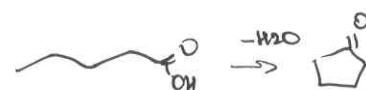
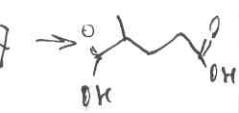
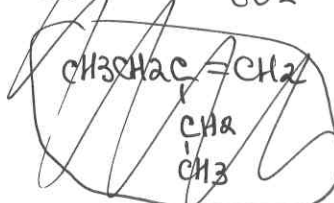
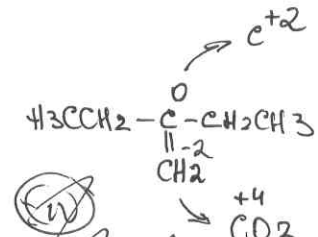
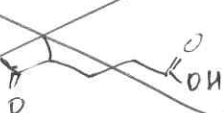
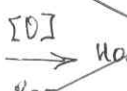
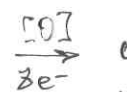
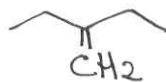
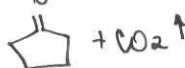


8e⁻ на окисл.

циклоанкен
и
ацетилен



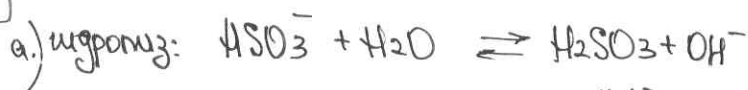
~~Handwritten scribbles~~



Черновик.

№6.

3,12 г

1 л H_2O 

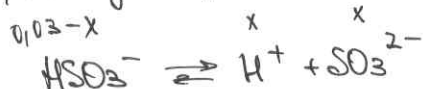
$$K_r = \frac{[\text{OH}^-][\text{H}_2\text{SO}_3]}{[\text{HSO}_3^-]} \cdot \frac{[\text{H}^+]}{[\text{H}^+]} = \frac{[\text{H}^+][\text{OH}^-][\text{H}_2\text{SO}_3]}{[\text{HSO}_3^-][\text{H}^+]} =$$

$$= \frac{K_w}{K_{a1}} = \frac{10^{-14}}{1,4 \cdot 10^{-2}} = 7,143 \cdot 10^{-13}$$



$$K_{a2} = 6,2 \cdot 10^{-8}$$

Т.к. $K_r \ll K_{a2}$, то диссоциация преобладает $\rightarrow$ считаем pH по дисс.



$$\frac{x^2}{0,03-x} = 6,2 \cdot 10^{-8} \rightarrow x = 4,3 \cdot 10^{-5} \text{ (M)} = [\text{H}^+]$$

$$\text{pH} = -\lg[\text{H}^+] = 5,37 \text{ . странно....}$$

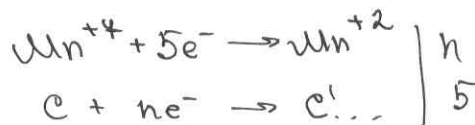
— нейтральная (?)

№7.

C и D — изомеры

 C_nH_{2n} (или $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$) ; $m = 1,64 \text{ г}$

$$\nu_{\text{метан}} = \nu_{\text{метан}} = 0,032 \text{ моль}$$

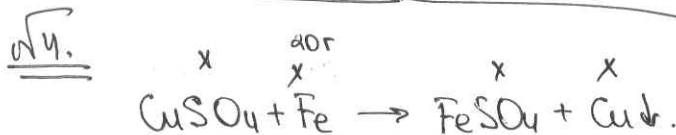


ne^-	$\nu_{\text{Mn}^{+4}} : \nu_{\text{C}}$	ν_{C}	M_{C}	
2	2 : 5	0,08	20,5	$\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$
3	3 : 5	0,053	—	$14n = 82$
4	4 : 5	0,04	41	$14n + 2 = 82$
5	4 : 5	0,032	51,25	$n = 6$
6	1 : 1	—	—	$\rightarrow$ циклогексен,
7	6 : 5	—	—	
8	7 : 5	—	—	
	8 : 5	—	—	

Черновик: 2xAla, Phe, Ser, Glu

Пептид: Phe-Glu-Ala-Ala-Ser.

Что не реак. с $\text{O}^{\text{NCS}} - ?$ нулину... иккеру. 1 пептид! Например...



$$\text{FeSO}_4 = 280 \cdot 0,2 : 160 = 0,35 \text{ моль}$$

Пусиб нрор. x моль.

$$\omega_{\text{CuSO}_4} = \frac{160(0,35 - x)}{280 + 56x - 64x} = 0,069$$

$$56 - 160x = 19,32 - 0,552x$$

$$36,68 = 159,448x$$

$$x = 0,23 \text{ моль}$$

$$\rightarrow \text{масса} = 20 - 56x + 64x = 20 + 8 \cdot 0,23 = 21,84 \text{ г}$$

5. $\text{H}_2\text{S}/\text{NH}_3$ иккеру.
A + B

$$PV = \nu RT$$

$$P \frac{m}{g} = \frac{m}{M} RT$$

$$M = \frac{gRT}{P} = \frac{1,536 \cdot 8,314 \cdot 303}{101,325} = 38,188 \text{ г/моль}$$



$$\nu_A = 0,2 \text{ моль}$$

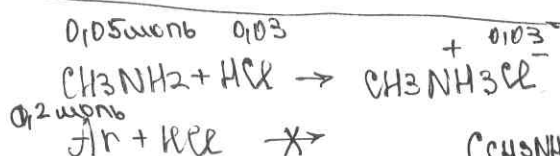
$\nu \downarrow$ на 20%

$$\nu_A = 0,2 \text{ моль}$$

$$\rightarrow \frac{\nu_A}{\nu_B} = \frac{1}{4} = \frac{x}{4x} \quad (\text{Пусть } \nu_A = x)$$

$$\text{Масса р-ш} = 40 \text{ г/моль} \rightarrow B = \text{Ar}$$

$$\text{Масса} = \frac{40 \cdot 4x + M_A \cdot x}{5x} = 40 \cdot \frac{4}{5} + M_A \cdot \frac{1}{5} = 38,188 \text{ г/моль}$$



$$M_A = 30,94 \text{ г/моль}$$

A = (CH_3NH_2) - метиламин

$$C_{\text{CH}_3\text{NH}_3\text{Cl}} = \frac{0,03}{0,125} = 0,12 \text{ M}$$

$$C_{\text{CH}_3\text{NH}_2} = \frac{0,02}{0,125} = 0,08 \text{ M}$$

$$C_{\text{Ar}} = \frac{0,2}{0,25} = 0,8 \text{ M}$$

(?) если р-тия

Черновик.

№1. $40e^-$ $34n^0$

C H₆ O

C ~~12e^-~~ $6e^-$
 $6n^0$

O $8e^-$
 $8n^0$

H $1e^-$

~~34p^+~~ $34n^0$ C₂O

~~8e^-~~
~~2+2+10~~
~~12+~~
~~6+18~~

~~6+10~~
~~6.3+16+6~~
~~6.3+~~

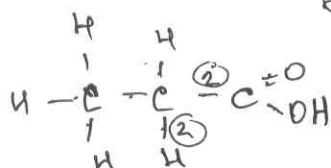
~~C₂H₆O₂~~

$6.3 + 8.2 + 6 = 34(e^-)$
 $6.3 + 8.2 = 34(n^0)$

↓
C₂H₆O₂:

He на атомах: $10.2 = 20e^-$

№2.



№3.

H₂SO₄



масса

t↑

t↓

t ~ const

(упрощ.)

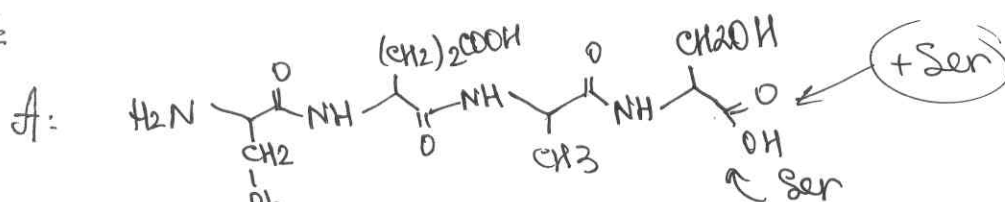
(исп.)

(2)

скелет: (3)

(1)

№3.



отщепит. аминок.

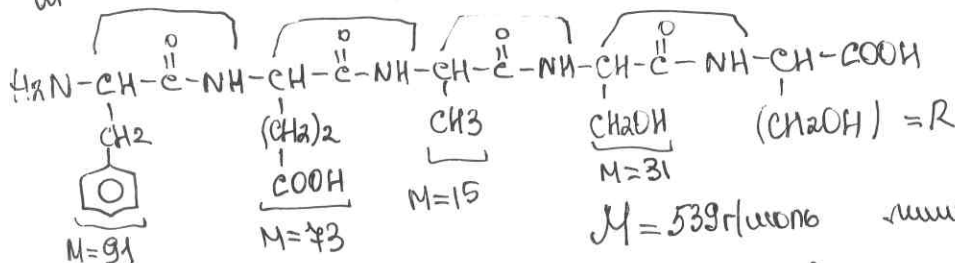
C N-конца:

Phe-Glu-Ala-Ser-Ser.

M=56

~~M = 14.4 + 12.8 + 14.0 + 9.4 + 7.3 + 15.0 + 31.1~~

285+



(?)

M = 539 г/моль

мин. 16 г/моль....

M = 298 + R + R =

M_R = 15 (-CH₃)

→

*В повышении
оценки отказать
Игорей басы 91
Евф*

Председателю апелляционной комиссии
олимпиады школьников «Ломоносов»
Ректору МГУ имени М. В. Ломоносова
академику В. А. Садовничему
от участника заключительного этапа
по профилю «Химия»
Ремизовой Елены Александровны

Апелляция

Прошу пересмотреть мой индивидуальный предварительный результат заключительного этапа, а именно 91 балл, поскольку считаю, что:

Задача номер 2.

В условии задачи сказано объяснить наблюдаемые изменения температуры щупа. В случае с вазелиновым маслом, согласно условию, температура не изменялась, поэтому в работе мною объяснение изменения температуры не дано. Объяснения изменений температур в первой и третьей склянках приведены, вещества определены в соответствии с физическими свойствами их растворов. Прошу повысить оценку по этому заданию на 1 балл.

Задача номер 3.

В условии просили установить структуру пептида, не реагирующего с фенилизотиоцианатом и привести порядок аминокислотной последовательности. Идея циклического строения пептида мною дана. Последовательность аминокислот в предложенном мной циклическом пептиде такая, чтобы было возможно его циклизовать (пятичленный цикл). Структура приведена верно за исключением лишнего кислорода в цикле, попавшего туда по невнимательности. Прошу оценить эту часть задачи в 2 из 3 баллов и повысить оценку.

Задача номер 8.

В критериях оценивания задания номер 8 приведена реакция сульфата алюминия с аммиаком. В моей работе приведена реакция алюмокалиевых квасцов с аммиаком. По условию, аммиак добавляют именно в раствор квасцов, выпадает осадок гидроксида алюминия, что и написано в предложенном мной уравнении реакции. К тому же, в условии не сказано, что аммиак добавляется в избытке, а гидроксид-анионы в любом случае присутствуют в растворе (как и катионы натрия), потому что мы работаем с раствором квасцов. Значит, в растворе может образовываться гидроксид натрия. Если по условию в этом растворе выпал осадок гидроксида алюминия, значит, даже с учетом добавленного аммиака в растворе было недостаточно щелочи, чтобы закомплексовать гидроксид алюминия и растворить осадок. Поэтому я считаю, что, даже несмотря на одновременное существование гидроксидов натрия и алюминия в растворе (согласно предложенному мной уравнению реакции), осадок все равно образуется в условиях задачи, и такое уравнение реакции имеет место быть. Также прошу обратить внимание на то, что вверху страницы приведена неверная реакция (та, что оканчивается многоточием). Над строчкой «ответ» приведена верная

уравненная реакция этого процесса (стрелочкой показано). Прошу поднять оценку за это задание на 1 балл.

Спасибо за рассмотрение предложенных мной комментариев по работе.
Подтверждаю, что я ознакомлена с Положением об апелляциях на результаты олимпиады школьников «Ломоносов» и осознаю, что мой индивидуальный предварительный результат может быть изменён, в том числе в сторону уменьшения количества баллов.

Дата 20 марта 2025 года

Рашкова Е.А. 